

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО  
И.о. генерального директора  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
А.Н. Пронин  
З/МЕСТИТЕЛ  
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА  
КРИВЦОВ Е.П.  
ДОВЕРЕННОСТЬ №23/2021  
ОТ 17 МАЯ 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений  
Тахеометры электронные  
SOKKIA FX

Методика поверки

МП 2511-0011-2021

Руководитель отдела геометрических измерений

 Н.А. Кононова

Ведущий инженер

 А.Л. Сизов

Ведущий инженер

 З.В. Фомкина

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на тахеометры электронные SOKKIA FX (далее тахеометры), изготовленные «TOPCON CORPORATION», и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость тахеометров к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 и Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2018.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: сличение с эталоном.

При пользовании настоящей методикой поверки целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений: - диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов; - абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний	9	Да	Да
		Да	Да
		Да	Да

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательных результатов по одному из пунктов.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

В лабораторных условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха, °С .....от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

В полевых условиях:

- диапазон температур окружающего воздуха (для модификаций в соответствии с описанием типа), °С .....от минус 20 до плюс 60;
- диапазон температур окружающего воздуха (для модификаций в соответствии с описанием типа), °С .....от минус 35 до плюс 50;
- относительная влажность воздуха, %, не более.....80.

Измерения в полевых условиях должны проводиться при отсутствии атмосферных осадков, резких порывов ветра и прямого попадания солнечного света.

#### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки тахеометра должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Рабочий эталон 1 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных SOKKIA FX модификаций SOKKIA FX-201, SOKKIA FX-201L; рабочий эталон 3 разряда* (стенд коллиматорный) для тахеометров электронных SOKKIA FX модификаций SOKKIA FX-202, SOKKIA FX-203, SOKKIA FX-205, SOKKIA FX-202L, SOKKIA FX-203L, SOKKIA FX-205L рабочий эталон 2 разряда** (тахеометр электронный); щит-мишень белого цвета с размерами не менее 0,2х0,2 м; марка геодезическая светоотражающая; призма геодезическая; отражательная система

\* - в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26.11.2018;

\*\* - в соответствии с Государственной поверочной схемой для координатно-временных средств измерений, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2831 от 29.12.2018.

4.2 Допускается применять другие вновь разработанные или существующие средства измерений с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы плоского угла и единицы длины.

4.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 № 2510, или аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 № 456.

#### 5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно эксплуатационной документации и документа «ПТБ-88. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах».

#### 6 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр производится визуально.

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида тахеометра описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;

- комплектность тахеометра в соответствии с руководством по эксплуатации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики;
- наличие информационной таблички, содержащей сведения о наименовании и заводском номере.

## **7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.1 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать поверяемый тахеометр не менее трех часов при условиях, указанных выше.

7.3 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

7.4 При опробовании должны быть установлены:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- работоспособность тахеометра во всех функциональных режимах;
- дискретности отсчета измерений углов и расстояний должны соответствовать эксплуатационной документации.

## **8 Проверка программного обеспечения средства измерений**

Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее — ПО) проводить в следующей последовательности.

Для идентификации ПО «BASIC» включить тахеометр, в главном меню выбрать меню «Версия». В открывшемся диалоговом окне появится отображение наименования и версии ПО.

Для идентификации ПО «MAGNET Field» необходимо включить тахеометр, через интерфейс пользователя на стартовой странице войти в контекстное меню. Далее выбрать пункт «О программе». В появившемся окне будет отображено наименование и номер версии ПО. Номер версии и наименование ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	BASIC
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.50EN_00	6.1.2

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

### **9.1 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора**

Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора проводить с помощью стенда коллиматорного (далее – стенда).

9.1.1 Установить поверяемый тахеометр на предметный столик стенда, предварительно выставив столик в нулевое положение. С помощью пузырькового уровня выставить тахеометр в горизонтальное положение.

9.1.2 Навестись с помощью тахеометра на сетку нитей горизонтального коллиматора стенда и провести не менее пяти измерений. С помощью миниэкзаменатора повернуть предметный столик на угол близкий плюс  $\beta'$  и провести измерение вертикального угла. Провести не менее пяти измерений вертикального угла.

9.1.3 Задать угол наклона предметного столика стенда близкий минус  $\beta'$  и провести измерения по п. 9.1.2.

### **9.2 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов**

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений углов определять с помощью стенда путем многократных измерений (не менее пяти приемов, состоящих из измерений в положении «круг право» (КП) и «круг лево» (КЛ) горизонтального угла  $90^\circ$  и вертикальных углов ( $\pm 30^\circ$ )).

### **9.3 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний**

Абсолютную погрешность и среднее квадратическое отклонение измерений расстояний проводить методом сличения с помощью тахеометра электронного (далее эталонного тахеометра).

9.3.1 Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки тахеометра. Разместить эталонный тахеометр на штативе. Разместить в зоне проведения испытаний штатив для установки мишени. Установить на него призму геодезическую или отражательную систему (в зависимости от измеряемого расстояния).

9.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации на эталонный тахеометр измерить расстояние, результаты измерений занести в протокол.

9.3.3 Снять эталонный тахеометр с трегера и установить на его место поверяемый тахеометр.

9.3.4 В соответствии с руководством по эксплуатации на поверяемый тахеометр провести многократно (не менее пяти раз) измерения расстояния, результаты измерений занести в протокол.

9.3.5 Установить на штативе для установки мишени щит-мишень белого цвета размером не менее  $0,2 \times 0,2$  м. Убедиться, что щит-мишень установлен в вертикальной плоскости и располагается в плоскости перпендикулярно по отношению к тахеометру и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.6 Установить на штативе для установки мишени марку геодезическую светоотражающую и повторить операции по п. 9.3.4.

9.3.7 Повторить операции по п.п. 9.3.1-9.3.6 для не менее пяти расстояний, расположенных в диапазоне измерений для каждого режима измерений расстояний.

## 9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.4.1 Систематическую погрешность компенсации компенсатора вычислить по формуле

$$\Delta\beta = \beta - \beta_0, \quad (1)$$

где  $\beta$  – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол плюс  $\beta'$  (либо минус  $\beta'$ ),  $\beta_0$  – среднее арифметическое значение вертикального угла (измеренное тахеометром) при наклоне предметного столика на угол  $0'$ . За систематическую погрешность компенсации компенсатора принять наибольшее значение, рассчитанное по формуле (1).

Тахеометр считать выдержавшим поверку, если систематическая погрешность компенсации компенсатора в диапазоне  $\pm\beta'$  не превышает  $\pm 1''$ .

9.4.2 Абсолютную погрешность измерений (при доверительной вероятности 0,95) горизонтального и вертикальных углов вычислить по формуле

$$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_0, \quad (2)$$

где  $\alpha_i$  – измеренное значение угла по каждому приему, рассчитанное по формуле (3);

$\alpha_0$  – действительное значение угла;

$i$  – порядковый номер измерения,  $i=1 \dots n$ ,  $n=5$ .

$$\alpha_i = \frac{\alpha_{i\text{КЛ}} + \alpha_{i\text{КП}}}{2}, \quad (3)$$

где  $\alpha_{i\text{КЛ}}$  – измеренное значение угла при «круге лево»;

$\alpha_{i\text{КП}}$  – измеренное значение угла при «круге право».

За абсолютную погрешность измерений принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (2).

Среднее квадратическое отклонение измерений горизонтального и вертикального углов вычислить по формуле

$$S_\alpha = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где  $\bar{\alpha}$  – среднее значение угла, рассчитанное по формуле (5).

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}. \quad (5)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений углов не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	SOK-KIA FX-201	SOK-KIA FX-202	SOK-KIA FX-203	SOK-KIA FX-205	SOK-KIA FX-201L	SOK-KIA FX-202L	SOK-KIA FX-203L	SOK-KIA FX-205L
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов (при доверительной вероятности 0,95), угловые секунды	±2	±4	±6	±10	±2	±4	±6	±10
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений углов, угловые секунды	1	2	3	5	1	2	3	5

9.4.3 Абсолютную погрешность для каждого измерения (при доверительной вероятности 0,95) расстояний определить по формуле

$$\Delta L = L_i - L_0, \quad (6)$$

где  $L_i$  – значение расстояния, измеренное поверяемым тахеометром;

$L_0$  – действительное значение расстояния;

$i$  – порядковый номер измерения,  $i=1 \dots n$ ,  $n=5$ .

За абсолютную погрешность измерений для каждого из расстояний принять максимальное значение абсолютной погрешности, рассчитанное по формуле (6).

Среднее квадратическое отклонение измерений расстояний вычислять по формуле

$$S_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}}, \quad (7)$$

где  $\bar{L}$  – среднее значение расстояния, рассчитанное по формуле (8).

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}. \quad (8)$$

Тахеометр считается выдержавшим поверку, если значения абсолютной погрешности (при доверительной вероятности 0,95) и среднего квадратического отклонения измерений расстояний не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5

Наименование характеристики и единицы измерений	Значение характеристики							
	SOK- KIA FX-201	SOK- KIA FX-202	SOK- KIA FX-203	SOK- KIA FX-205	SOK- KIA FX- 201L	SOK- KIA FX- 202L	SOK- KIA FX- 203L	SOK- KIA FX- 205L
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний (при доверительной вероятности 0,95), мм: - отражательный режим; - отражательный режим на отражающую плёнку <sup>1)</sup> ; - диффузный режим <sup>2)</sup> : от 0,3 до 200 м включ.; св. 200 до 350 м включ.; св. 350 до 1000 м включ.					$\pm 2 \cdot (1,5 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L^3)$			
					$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$			
					$\pm 2 \cdot (2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L)$			
					$\pm 2 \cdot (5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$			
					$\pm 2 \cdot (10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L)$			
Допускаемое среднее квадратическое отклонение измерений расстояний, мм: - отражательный режим; - отражательный режим на отражающую плёнку; - диффузный режим: от 0,3 до 200 м включ.; св. 200 до 350 м включ.; св. 350 до 1000 м включ.					$2 + 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot L$			
					$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$			
					$2 + 2 \cdot 10^{-6} \cdot L$			
					$5 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$			
					$10 + 10 \cdot 10^{-6} \cdot L$			
1) Измерения на отражающую плёнку (90×90) мм; 2) Измерения на поверхность, соответствующую белой поверхности пластины Кодак с коэффициентом отражения 90 % по ГОСТ 8.557-2007; 3) L – измеряемое расстояние, мм.								

9.4.4 Критерии подтверждения соответствия обязательным требованиям, предъявляемым к эталону.

Если значения среднего квадратического отклонения измерений углов удовлетворяют требованиям таблицы 4 настоящей методики, то нормированные характеристики тахеометра сравниваются с обязательными метрологическими требованиями, предъявляемыми Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. (часть 4).

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 При проведении поверки тахеометра оформляют протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

10.2 Тахеометры, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. При отрицательных результатах поверки по одну из пунктов методики тахеометры не допускаются к применению.

10.3 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или извещение о непригодности. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке или на тахеометр.



**Приложение А**  
**Форма протокола поверки (рекомендуемая)**

Протокол № \_\_\_\_\_

Тахеометр \_\_\_\_\_, заводской № \_\_\_\_\_

Принадлежит \_\_\_\_\_

**Условия проведения поверки**

Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_

Относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_

**Методика поверки**

Документ МП 2511-0011-2021 «ГСИ. Тахеометры электронные SOKKIA FX. Методика поверки», утвержденный ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 15 сентября 2021 г.

**Средства поверки**

**Результаты поверки**

- 1 Результат внешнего осмотра \_\_\_\_\_
- 2 Результат опробования \_\_\_\_\_
- 3 Проверка программного обеспечения \_\_\_\_\_
- 4 Определение диапазона и систематической составляющей погрешности компенсации компенсатора \_\_\_\_\_
- 5 Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

Таблица 1 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений углов

№ измерения	Измеренные значения горизонтального угла		Среднее значение по приёму	Действительное значение угла	Абсолютная погрешность измерений	Среднее квадратическое отклонение измерений
	Круг «лево»	Круг «право»				
1						
2						
3						
4						
5						

6 Определение определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Таблица 2 – Результаты определения абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения измерений расстояний

Поверяемый диапазон, м	Показания эталонного тахеометра, м	Показания поверяемого тахеометра, м	Абсолютная погрешность, мм	СКО, мм

На основании результатов поверки выдано: \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_